

PCT
 WELTORGANISATION FÜR GEISTIGES EIGENTUM
 Internationales Büro
 INTERNATIONALE ANMELDUNG VERÖFFENTLICHT NACH DEM VERTRAG ÜBER DIE
 INTERNATIONALE ZUSAMMENARBEIT AUF DEM GEBIET DES PATENTWESENS (PCT)



(51) Internationale Patentklassifikation ⁶ : H01M 8/24, 8/02	A1	(11) Internationale Veröffentlichungsnummer: WO 97/27638 (43) Internationales Veröffentlichungsdatum: 31. Juli 1997 (31.07.97)
(21) Internationales Aktenzeichen: PCT/DE96/02451 (22) Internationales Anmeldedatum: 18. December 1996 (18.12.96) (30) Prioritätsdaten: 196 02 315.7 23. Januar 1996 (23.01.96) DE (71) Anmelder (für alle Bestimmungsstaaten ausser US): SIEMENS AKTIENGESELLSCHAFT [DE/DE]; Wittelsbacherplatz 2, D-80333 München (DE). (72) Erfinder; und (75) Erfinder/Anmelder (nur für US): NÖLSCHER, Christoph [DE/DE]; Wielandstrasse 6, D-90419 Nürnberg (DE). MATTEJAT, Arno [DE/DE]; Jahnstrasse 3 A, D-91088 Bubenreuth (DE).		(81) Bestimmungsstaaten: CA, JP, US, europäisches Patent (AT, BE, CH, DE, DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE). Veröffentlicht <i>Mit internationalem Recherchenbericht. Vor Ablauf der für Änderungen der Ansprüche zugelassenen Frist. Veröffentlichung wird wiederholt falls Änderungen eintreffen.</i>

(54) Title: **FLUID-COOLED FUEL CELL WITH DISTRIBUTION DUCTS**

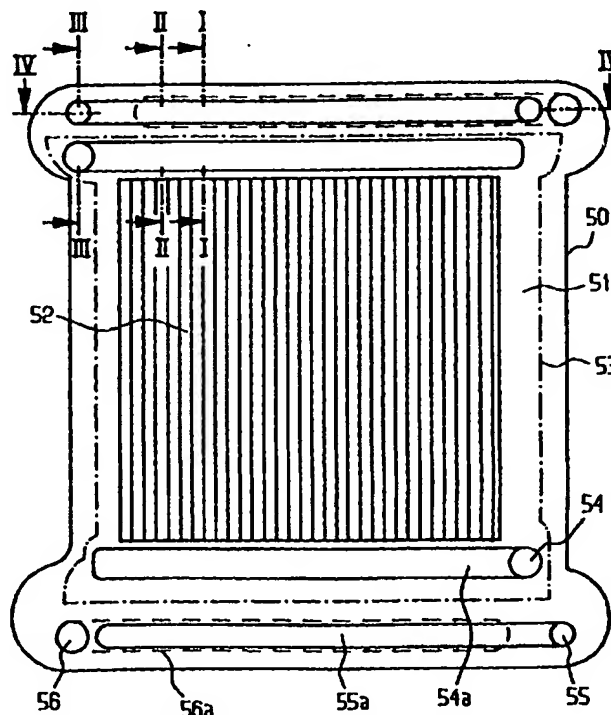
(54) Bezeichnung: **FLÜSSIGKEITSGEKÜHLTE BRENNSTOFFZELLE MIT VERTEILUNGSKANÄLEN**

(57) Abstract

The invention concerns a fluid-cooled fuel cell in which the cell surfaces are supplied with reaction media via axial supply (54, 55, 56) and radial distribution ducts (54a, 55a, 56a). The distribution ducts lie in the cell surface and extend along the cell surface edge with the open side facing the active surface. According to the invention, the supply and distribution ducts are disposed in a fuel cell stack such that distribution ducts in the edge region of the cell surfaces are stacked and staggered such that the flow of medium onto the cell surface does not occur at given points along a distribution duct but such that the entire cell surface is supplied uniformly with medium.

(57) Zusammenfassung

Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennstoffzelle, bei der die Versorgung der Zellflächen mit Reaktionsmedien über axiale Versorgungs- (54, 55, 56) und radiale Verteilungskanäle (54a, 55a, 56a) erfolgt, wobei die Verteilungskanäle in der Zellfläche liegen und entlang der Kante der Zellfläche, mit der geöffneten Seite zur aktiven Fläche hin, verlaufen. Erfindungsgemäß werden die Versorgungs- und Verteilungskanäle in einem Brennstoffzellenstapel so angeordnet, daß Verteilungskanäle im Randbereich der Zellflächen durch Stapelung und Staffellung so angeordnet sind, daß der Einlaß des Mediums auf die Zellfläche entlang eines Verteilungskanals nicht punktförmig erfolgt, und daß die gesamte Zellfläche gleichmäßig mit Medium versorgt wird.



LEDIGLICH ZUR INFORMATION

Codes zur Identifizierung von PCT-Vertragsstaaten auf den Kopfbögen der Schriften, die internationale Anmeldungen gemäss dem PCT veröffentlichen.

AM	Armenien	GB	Vereinigtes Königreich	MX	Mexiko
AT	Österreich	GE	Georgien	NE	Niger
AU	Australien	GN	Guinea	NL	Niederlande
BB	Barbados	GR	Griechenland	NO	Norwegen
BE	Belgien	HU	Ungarn	NZ	Neuseeland
BF	Burkina Faso	IE	Irland	PL	Polen
BG	Bulgarien	IT	Italien	PT	Portugal
BJ	Benin	JP	Japan	RO	Rumänien
BR	Brasilien	KE	Kenya	RU	Russische Föderation
BY	Belarus	KG	Kirgisistan	SD	Sudan
CA	Kanada	KP	Demokratische Volksrepublik Korea	SE	Schweden
CF	Zentrale Afrikanische Republik	KR	Republik Korea	SG	Singapur
CG	Kongo	KZ	Kasachstan	SI	Slowenien
CH	Schweiz	LI	Liechtenstein	SK	Slowakei
CI	Côte d'Ivoire	LK	Sri Lanka	SN	Senegal
CM	Kamerun	LR	Liberia	SZ	Swasiland
CN	China	LK	Litauen	TD	Tschad
CS	Tschechoslowakei	LU	Luxemburg	TG	Togo
CZ	Tschechische Republik	LV	Lettland	TJ	Tadschikistan
DE	Deutschland	MC	Monaco	TT	Trinidad und Tobago
DK	Dänemark	MD	Republik Moldau	UA	Ukraine
EE	Estland	MG	Madagaskar	UG	Uganda
ES	Spanien	ML	Mali	US	Vereinigte Staaten von Amerika
FI	Finnland	MN	Mongolei	UZ	Usbekistan
FR	Frankreich	MR	Mauretanien	VN	Vietnam
GA	Gabon	MW	Malawi		

Beschreibung

Flüssigkeitsgekühlte Brennstoffzelle mit Verteilungskanälen.

- 5 Die Erfindung betrifft eine flüssigkeitsgekühlte Brennstoffzelle, bei der die Versorgung der Zellflächen mit Reaktionsmedien über axiale Versorgungs- und radiale Verteilungskanäle erfolgt.
- 10 Die noch nicht veröffentlichte P 44 42285.7 (94 P 3704) beschreibt eine aus Brennstoffzellen bestehende Batterie, bei der die Versorgung der Zellflächen auch über axiale Versorgungs- und radiale Verteilungskanäle erfolgt. Diese Konstruktion eignet sich jedoch hauptsächlich für Brennstoffzellen,
- 15 die über direkte Luftkühlung gekühlt werden, weil weder Verteilungs- noch Versorgungskanäle für Kühlmittel vorgesehen sind. Batterien aus Brennstoffzellen müssen bei zunehmender Leistungsstärke pro Fläche der Batterie stärker gekühlt werden. In vielen Fällen reicht wegen ihrer begrenzten Wärme-
- 20 übertragung eine reine Luftkühlung nicht aus. Eine Flüssigkeitskühlung wäre deshalb erforderlich, sie ist aber bei Brennstoffzellen dieser Art nur durch Ersatz des Kühlmediums Luft durch Flüssigkeit, die in einem äußeren Gefäß geführt wird, das die gesamte Batterie umschließt, möglich. Problema-
- 25 tisch ist dabei einerseits, daß die Flüssigkeit in direkten Kontakt mit dem Elektrolyten kommen kann (was zu Kriechströmen und zu Korrosionen führt) und andererseits, daß der Behälter platzraubend ist. Eine praktikable Flüssigkeitskühlung gibt es also für diese Konstruktion einer Batterie noch
- 30 nicht.

- DE 42 34 093 offenbart zwar die korrosionsfreie Kühlung von Zellflächen einer Brennstoffzelle mit Flüssigkeit, aber keine
- 35 Konstruktion, die eine gleichmäßige Anströmung der zu kühlenden und der aktiven Flächen gewährleistet. Vielmehr resultiert bei diesem Stand der Technik über einen punktförmigen Einlaß eine diagonale Strömung der Medien über die Zellflä-

chen, die eine Unterversorgung der weder zu einer Einlaß- noch zu einer Auslaßöffnung benachbarten Randgebiete der Zellfläche nach sich zieht. Dadurch wird die Leistung der Brennstoffzelle gegenüber einer gleichmäßigen Versorgung der Flächen reduziert. Darüber hinaus erfordern die dort offen-
5 barten Bauelemente hohe Fertigungskosten, weil die einzelnen Versorgungs- und Verteilungskanäle mittels einer oder mehrerer Verbindungslinien gasdicht abgeschlossen werden müssen. Sowohl die hohen Fertigungskosten als auch die teilweise Un-
10 terversorgung der Zellfläche wirken sich nachteilig auf die Attraktivität der Brennstoffzelle als einer der Energiewandler der Zukunft aus.

Aufgabe der vorliegenden Erfindung ist es daher, eine großse-
15 rientaugliche, kompakte Brennstoffzelle mit Flüssigkeitskühlung bereitzustellen, deren einfache Konstruktion eine gleichmäßige Anströmung der Zellflächen ermöglicht, ohne die Zelldicke zu vergrößern.

20 Allgemeine Erkenntnis der Erfindung ist, daß Verteilungskanäle im Randbereich der Zellflächen durch Stapelung und Staffellung so anbringbar sind, daß

- eine gleichmäßige Anströmung der Zellflächen mit mehreren
25 (im Regelfall drei) Medien erfolgt,
- wobei die Anströmgeschwindigkeit der Medien verringert wird,
- 30 - gleichzeitig eine Erniedrigung der Fertigungskosten durch Einsparung mehrerer Verbindungslinien, die nach dem Stand der Technik Schweißnähte sind, und
- 35 - eine Verkleinerung der Zelldicke (Platzbedarf der Brennstoffzelle axial zu der Zellfläche) bei flüssigkeitsgekühlten Batterien durch mögliche Einsparung zweier Zwischenelemente zwischen den einzelnen Zellen eines Brennstoffzellen-

blocks sowie durch Elimination des axialen Platzbedarfs der Flüssigkeitskühlung resultiert.

Gegenstand der Erfindung ist eine Brennstoffzelle mit Flüssigkeitskühlung, die eine Kathode, einen Elektrolyten und eine Anode umfaßt, wobei zumindest ein Verteilungskanal zur Versorgung der Zellfläche mit Medium vorgesehen ist, der in der Zellfläche so angebracht ist, daß die Versorgung der Zellfläche mit Medium von diesem Verteilungskanal aus und längs der Kante der Zellfläche erfolgt.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung ergeben sich aus den Unteransprüchen 2 bis 13 sowie den Figuren und der Beschreibung.

15

Eine Brennstoffzelle und/oder ein Brennstoffzellenstapel nach der Erfindung kann selbstatmend betrieben werden, das heißt mit nur einem axialen Versorgungskanal zur Versorgung der Anode mit Brennstoff und einem weiteren zur Versorgung der Kühlflächen, aber ohne Versorgungskanal zur Kathode hin. Entsprechendes gilt für die Entsorgungskanäle.

Eine Ausführungsform der Erfindung enthält die Verteilungskanäle in radialer (senkrechter) Stellung zu den axialen Versorgungskanälen, jedoch ist die Erfindung nicht auf diese geometrische Anordnung der Kanäle beschränkt, sondern sie läßt sich vielmehr bei einer Vielzahl von einfacheren und komplizierteren Stellungen der Versorgungs- und Verteilungskanäle zueinander realisieren. Dabei kann eine gebogene Anschlußstelle des Verteilungskanals an dem Versorgungskanal oder auch eine Anbringung des Verteilungskanals am axialen Kanal in einem Winkel, der verschieden von 90° ist, in Betracht kommen.

Nach einer weiteren Ausgestaltung der Erfindung sind die Versorgungs- und Verteilungskanäle rohrförmig ausgebildet, jedoch können die Kanäle auch jede andere Form, die sich zum

Transport des Mediums in einer Brennstoffzelle eignet, annehmen. So kann es die Konstruktion der Brennstoffzelle erfordern, daß die Kanäle ganz oder teilweise eckig sind. Insbesondere können auch die Innenseiten der Kanäle verschiedene Oberflächenstrukturen haben, die die Strömung des Mediums in oder aus den Kanälen verschieden beeinflussen. Dabei kann die Oberflächenstruktur der Kanalinnenseite aus den Materialien der den Kanal bildenden Bauteile geformt sein. Die Innenseite kann auch ein- oder mehrstückig ausgebildet sein (beispielsweise mit Beschichtungen oder Erhebungen, die das Strömungsverhalten des Mediums beeinflussen), wobei die Materialien beliebig wählbar sind.

Bei besonders platzsparenden Ausführungsformen kann vorteilhafterweise auch eine Konstruktion vorgesehen sein, bei der ein Versorgungskanal im Bereich der Zellfläche, beispielsweise mittig, untergebracht ist.

Grundsätzlich kann die Brennstoffzelle jede beliebige Form haben. Eine besonders bevorzugte Ausführungsform ist jedoch die planare rautenförmige und im besonderen die rechteckig ausgestaltete Brennstoffzelle. Die Zellflächen derartiger Brennstoffzellen wiesen bisher immer unterversorgte Bereiche auf, weil das Medium innerhalb der Zelle nur in zwei Strömungsrichtungen geführt wurde, nämlich einmal in der axialen zu den Zellflächen hin und dann in der diagonalen über punktförmige Einlaß- und Auslaßöffnungen über die Zellfläche hinweg. Bei der diagonalen Strömung über die Zellfläche hinweg mußten bislang immer unterversorgte Bereiche entlang der anderen diagonalen Achse über die Zellfläche in Kauf genommen werden.

Erfindungsgemäß ist es nun bei einer planaren rautenförmigen Brennstoffzelle vorteilhaft, daß die Verteilungskanäle entlang der Kantenseiten so vorgesehen sind, daß die Länge der Verteilungskanäle zumindest 50 Prozent der jeweiligen Kantenseitenlänge einnehmen. Besonders bevorzugt betragen dabei die

Längen der Verteilungskanäle zwischen 80 und 100 Prozent der Kantenseitenlänge, wobei der Bereich der Zellfläche größer wird, der sowohl an einen zubringenden Verteilungskanal (der an die Einlaßöffnung des Versorgungskanals gekoppelt ist),
5 als auch an einen wegbringenden Verteilungskanal (der an die Auslaßöffnung des Versorgungskanals gekoppelt ist) angeschlossen ist.

Unter Flüssigkeitskühlung wird, neben den Kühlungen, die herkömmllicherweise unter diesen Begriff fallen, auch eine sog.
10 heat pipe-Kühlung verstanden.

Besonders bevorzugt ist auch die Ausführungsform, bei der die Zelldicke einer Brennstoffzelle trotz zusätzlicher Flüssigkeitskühlung konstant bleibt. Dies wird erfindungsgemäß dadurch erreicht, daß das Kühlmedium nicht in einem extra dafür
15 geschaffenen Raum geführt wird, sondern einfach zwischen den einzelnen Brennstoffzellen eines Stapels. Diese Ausführungsform wird in den Figuren näher erläutert.

20

Die Verteilungskanäle können gestaffelt und/oder gestapelt zueinander angeordnet sein, wobei die Ausführungsform, in der die Verteilungskanäle nur gestapelt angeordnet sind, eine einfachere Randkonstruktion haben, die aber mit dem Nachteil
25 einer höheren Zelldicke verbunden ist. Die platzsparende Ausführungsform hat eine kombinierte gestaffelte und gestapelte Anordnung der Verteilungskanäle.

Erfindungsgemäß werden als Brennstoffzellen sowohl Nieder-
30 wie auch Mittel- und Hochtemperatur-Brennstoffzellen bezeichnet. Beispielhaft seien einige Vertreter genannt: die Protonenleitende Polymerelektrolytmembran-Zelle (PEMFC), die Phosphorsäurezelle (PAFC), und die alkalische Brennstoffzelle (AFC). In den letztgenannten kann das Kühlmedium mit dem
35 Elektrolyten identisch sein.

Unter „Kante“ wird die äußere Begrenzungslinie der aktiven Fläche verstanden.

„Kantenseite“ ist die Zellkante in dem Spezialfall, daß die Zellfläche Ecken besitzt, wobei der Begriff Ecke nicht auf spitze Ecken beschränkt ist, sondern auch abgerundete Ecken mitumfaßt.

Als „aktive Fläche“ oder „aktive Zellfläche“ werden in der Brennstoffzelle oder in der aus Brennstoffzellen aufgebauten Batterie all die Flächen bezeichnet, an denen Ionen durch den Elektrolyten wandern.

Als „Zellfläche“ werden alle Flächen der Brennstoffzelle oder des Brennstoffzellenstapels bezeichnet, die in der Draufsicht auf die Zelle erkennbar sind. Die Zellfläche kann demgemäß aus den verschiedensten Materialien bestehen, je nach ihrer Funktion. Als Materialien für Zellflächen, an denen der Stromabgriff über den aktiven Flächen stattfindet, und die zur Begrenzung der Reaktionsräume dienen (d.h. für die sogenannten Separatoren), seien beispielsweise Graphit, Titan und/oder Metallegierungen genannt. Zur Vergleichmäßigung des Stromabgriffs werden Gewebe, Netze oder Papiere aus Materialien verwendet, die ähnlich denen der Separatoren sind. Rahmenbereiche sind beispielsweise aus Kunststoff gebildet.

Die aktive Fläche kann eine beliebige Form haben wobei sie weder die Form der Brennstoffzelle noch gegebenenfalls die äußere Form ihres Rahmens annehmen muß. Die Verteilung der Medien im Inneren der Zellen auf den aktiven Flächen und den Zellflächen kann durch in die Separatoren eingeprägte Kanäle, beispielsweise Rinnen, erfolgen. Ebenso gut kann sie jedoch auch durch andere Maßnahmen bewirkt werden wie beispielsweise eingelegte Hindernisse, Noppen, Netze und Siebe. Die Materialien der jeweiligen Hindernisse sind jeweils den geforderten Funktionen angepaßt. Die in die Separatoren eingeprägten Ka-

näle können, wie gesagt, Rillen und Nuten sein, die ihrerseits wiederum geradlinig, kurvig oder gekrümmt verlaufen können.

- 5 Die Randbereiche der Zellflächen können, wie gesagt, aus demselben Material wie die aktive Fläche selbst sein, sie können jedoch auch aus verschiedenem und nicht einheitlichem Material sein. Sie können planar, lediglich mit den Verteilungskanälen versehen sein, oder sie können auch selbst über eine
- 10 kompliziertere Oberflächenstruktur oder Form verfügen. Innerhalb eines Brennstoffzellenstapels müssen die Zellen und damit auch die Zellflächen nicht alle gleich aufgebaut sein, sondern jede Zelle kann individuell gestaltet sein, je nachdem, wie es praktikabel erscheint. Die Medien können in beliebiger Weise zueinander geführt werden beispielsweise im
- 15 Gegen-, Parallel- oder Kreuzstrom.

Als „Medium“ werden im Sinne der vorliegenden Erfindung zunächst alle Gase und Flüssigkeiten bezeichnet, die in Brennstoffzellen als Oxidans wirken können. Beispielhaft seien genannt Luft, Sauerstoff und beliebige Mischungen aus diesen Komponenten. Darüber hinaus wird als Medium jede Art von Brennstoff bezeichnet, wie beispielsweise Wasserstoff, Methanol, Synthese- und/oder Reformergas sowie Erdgas. Desweiteren

20 wird als Medium jedes einsetzbare Kühlmedium, wie beispielsweise Wasser und Luft, wobei unter Kühlmedium im Falle der PAFC und AFC auch der Elektrolyt gemeint sein kann, bezeichnet.

- 30 Der Betrieb der Brennstoffzelle kann, wie bereits erwähnt, selbstatmend, durch aufgeprägte Luftströmung zwangsdurchströmt sowie druckbehaftet durchgeführt werden. Darüber hinaus ist jeder andere mögliche Betrieb der Brennstoffzelle oder der Batterie unter Einsatz der erfindungsgemäßen Konstruktion denkbar.
- 35

In diesem Zusammenhang wird auf die Veröffentlichung des Miterfinders Dr. Nölscher in „Klimaverträgliche Energienutzung und Energiememorandum 1995 der DPG zum Klimagipfel“ Tagungsband des AKE auf der Frühjahrstagung der DPG, (3/95)

5 hingewiesen, auf den vollinhaltlich bezug genommen wird und dessen Offenbarungsgehalt Gegenstand der vorliegenden Beschreibung ist.

10 Als „Verbindungsline“ werden alle Schweiß-, Klebe-, Löt- und sonstige Nähte verstanden, mit deren Hilfe innerhalb eines Brennstoffzellenstapels und/oder innerhalb einer Brennstoffzelle verschiedene Räume dicht gegeneinander abgeschlossen werden können.

15 Als Berührungslinie wird die Linie einer beispielsweise wellblechartigen Zellfläche verstanden, die die darunter oder darüber liegende Zellfläche berührt. Eine Berührungslinie begrenzt einerseits eine Rinne oder Nut auf einer Zellfläche, schließt diese im Regelfall jedoch nicht dicht ab.

20 Unter „Versorgungskanal“ wird erfindungsgemäß jeder Kanal verstanden, der ein Medium zu einer Zellfläche hin- oder abtransportiert. Unter „Verteilungskanal“ werden Kanäle verstanden, in denen das unverbrauchte Medium zur Umsetzung auf
25 der Zellfläche hinströmt und auch solche Kanäle, in denen sich das Medium nach erfolgter Umsetzung sammelt. Es wird also im folgenden weder zwischen Versorgungs- und Entsorgungskanal noch zwischen Verteilungs- und Sammelkanal unterschieden.

30 Je nach Anforderungen kann die Brennstoffzelle über verschiedene Abdichtungskonstruktionen an den Randbereichen verfügen. Es können also sowohl Randabdichtungen nach der Filterpresstechnik im Rahmen der vorliegenden Erfindung verwendet
35 werden, sowie auch Abdichtungen mit Rahmenelementen. Bei der Verwendung von Rahmenelementen können Abstandshalter mit zu-

sätzlicher Dichtung zu den einzelnen Brennstoffzellen, beispielsweise einer Batterie, vorgesehen sein.

Bei vielen Arten der Abdichtung ist es dabei möglich, die
5 axiale Medienführung im äußeren Dichtrahmen vorzusehen. Die
axiale Medienführung kann mittels eines Versorgungskanals,
der zur Versorgung einer Zellfläche über mindestens eine Ein-
laß- oder Auslaßöffnung verfügt, vorgesehen sein. Über einen
eigenen Versorgungskanal wird das jeweilige Medium vor seiner
10 Umsetzung zur Zellfläche hin- und nach seiner Umsetzung von
der Zellfläche wegtransportiert. Erfindungsgemäß mündet zu-
mindest eine der Einlaß- oder Auslaßöffnungen des Versor-
gungskanals, auf der Höhe einer Zellfläche, in einen Vertei-
lungskanal, der seinerseits entlang seiner geöffneten Seite
15 über verschiedene Öffnungen, möglicherweise als eine große
geöffnete Seite oder auch in Form vieler Einzelöffnungen aus-
gebildet, zur Zellfläche hin verfügt. Als „geöffnete Länge“
des Verteilungskanals wird die Länge der geöffneten Seite des
Verteilungskanals bezeichnet, die zur Zellfläche hin offen
20 ist.

Im Regelfall werden die drei Strömungsrichtungen, die das
Medium in den beiden Kanälen und auf der Zellfläche einnimmt,
jeweils ungefähr quer zueinander stehen, so daß in einem Spe-
25 zialfall der erfindungsgemäßen Brennstoffzelle die drei Strö-
mungsrichtungen des Mediums (zuerst im Versorgungs- dann im
Verteilungskanal und schließlich auf der Zellfläche) einen
dreidimensionalen Raum aufspannen.

30 Mehrere Verteilungskanäle können innerhalb einer Brennstoff-
zelle gestapelt und/oder gestaffelt angeordnet werden. Die
Brennstoffzelle selbst kann jede beliebige, auch komplizierte
Form annehmen, je nachdem wofür die Brennstoffzelle vorgese-
hen ist, bevorzugt auch die Möglichkeit, daß die Brennstoff-
35 zelle eine planar rautenförmige oder rechteckige Form an-
nimmt. Bei dieser Möglichkeit der erfindungsgemäßen Brenn-
stoffzelle wird zumindest eine Zellfläche über Kantenseiten

verfügen. Diese Kantenseiten sind im Randbereich der Zellfläche, die, wie bereits erwähnt, im Material und in der Oberflächengestaltung von der Zellfläche selbst verschieden sein kann, ausgebildet. „Stapelung“ bedeutet dabei, daß die Verteilungskanäle hintereinander, also axial zu den Zellflächen, angeordnet werden, wohingegen die „Staffelung“ eine versetzte Anordnung der Verteilungskanäle parallel und auf einer Höhe mit der Zellfläche bedeutet. Durch das erfindungsgemäße System der gestaffelten und gestapelten Anordnung von Verteilungskanälen tritt bei Brennstoffzellen mit Flüssigkeitskühlung eine Erniedrigung der Zelldicke gegenüber der rein gestapelten Anordnung ein. Die Verminderung der Zelldicke ist insbesondere bei der mobilen Anwendung der Brennstoffzelle von besonderem Vorteil.

Alle in der Beschreibung enthaltenen Definitionen gelten auch für die Ansprüche, die Zusammenfassung und die Erläuterung zu den Figuren.

Weitere vorteilhafte Ausgestaltungen der Erfindung sind in den Unteransprüchen beschrieben und werden anhand der nachfolgenden Figuren erläutert.

Dabei zeigen:

Figur 1 eine Draufsicht auf eine Zellfläche in einem Brennstoffzellenblock entsprechend dem Stand der Technik (OS-DE 42 34 093 A1);

Figur 2 einen Teilquerschnitt axial zu einer Zellfläche durch einen Brennstoffzellenblock entsprechend demselben Stand der Technik;

Figur 3 eine Aufsicht auf eine erfindungsgemäße Brennstoffzelle;

Figur 4 einen Teilquerschnitt (entlang der Linie I - I in Fig. 3) durch einen Block aus erfindungsgemäßen Brennstoffzellen (wobei die Linie I - I entlang einer Berührungslinie der Separatoren 21 verläuft);

5

Figur 5 einen weiteren Teilquerschnitt (entlang der Linie II - II aus Fig. 3, die entlang einer Berührungslinie eines Separators 21 mit einer Elektrode 17/19 verläuft);

10

Figur 6 einen dritten Teilquerschnitt (entlang der Linie III - III in Fig. 3); und

15

Figur 7 einen letzten Teilquerschnitt (entlang der Linie IV - IV in Fig. 3) durch einen Zellenblock aus erfindungsgemäßen Brennstoffzellen.

Der Querschnitt der Figur 1 zeigt eine Aufsicht auf eine Brennstoffzellenbatterie nach dem Stand der Technik und zeigt eine Zellfläche die von der Linie 10 eingeschlossen wird, in der ein Randbereich 11 schraffiert zu erkennen ist. Die aktive Fläche 12, an der die Umsetzung erfolgt, befindet sich in der Mitte, ganzseitig vom Randbereich 11, umgeben. Im Randbereich 11 befinden sich Verbindungslinien 13, die strichpunkt-

25 tiert eingezeichnet sind. Entsprechend dem Stand der Technik sind zusätzlich zu der, den ganzen Randbereich umlaufenden Verbindungslinie 13, jeweils zwei weitere Verbindungslinien 13a erforderlich, die entlang den beiden sich gegenüberliegenden Kantenseiten verlaufen, an denen sich die Versorgungs-

30 kanäle befinden. Zusätzlich zu diesen Verbindungslinien 13a sind jeweils noch weitere Verbindungslinien 13b auf den beiden Kantenseiten der Zellfläche notwendig, um die Versorgungskanäle voneinander gasdicht abzutrennen.

35 Gemäß Figur 1 strömt das Kühlmedium, beispielsweise Wasser, durch den Versorgungskanal 14 und die beiden Verteilungskanäle 14a auf die beiden Flächen zwischen dem Kathoden- und dem

- Anodenraum, die gekühlt werden müssen. Der Einlauf findet über zwei Verteilungskanäle 14a statt, von deren punktförmiger Einlaßöffnung aus sich das Kühlmedium auf die gesamte Fläche verteilen könnte, jedoch hauptsächlich in diagonaler
- 5 Richtung zu den Verteilungskanälen 14a' hin strömt. Über die Verteilungskanäle 14a' und den Versorgungskanal 14' wird das gebrauchte (erwärmte) Kühlmedium von der Zellfläche wieder wegtransportiert. Aufgrund dieser diagonalen Strömung des
- 10 Kühlmediums entlang der Zellfläche kann davon ausgegangen werden, daß eine Unterversorgung der Bereiche die den Versorgungskanälen 15 und 15' benachbart sind, stattfindet. Diese bereichsweise Unterversorgung der Zellfläche der Brennstoff-
- 15 zelle bewirkt nicht nur ein Temperaturgefälle innerhalb der Zellfläche, das die Homogenität der Leistung beeinträchtigt, sondern es setzt auch die maximale Leistung der Brennstoff-
- 20 zelle herab, weil die maximale Betriebstemperatur der Brennstoffzelle sich nach den Bereichen, die nicht optimal gekühlt werden können, richtet.
- 25 Eine entgegengesetzt diagonale Verteilung auf der Zellfläche erfährt das Medium, das durch den Versorgungskanal 15 auf seine aktive Fläche gelangt. Dabei handelt es sich um eines der reaktiven Medien wie zum Beispiel Brennstoff oder Oxidans. In beiden Fällen resultiert wieder eine Unterversorgung
- 30 der nicht mit einbezogenen diagonalen Eckbereiche der Zellfläche, wodurch eine Leistungsverminderung der Vorrichtung aufgrund der ungenutzten aktiven Fläche resultiert. Es erübrigt sich, genauer auszuführen, daß die Unterversorgung auf Bereichen der Zellfläche für die Effizienz der Brennstoffzelle nachteilig ist.
- Figur 2 zeigt einen Querschnitt entlang der Achse V-V der Figur 1. Ganz rechts ist der äußerste Rand des Brennstoffzellenblocks mit den Dichtbereichen 24 zu sehen. Die Dichtbereiche 24 der jeweiligen einzelnen Brennstoffzellen sind an der
- 35 Verbindungslinie 13 gasdicht miteinander verbunden. Links daneben ist ein Querschnitt durch den axialen Versorgungskanal

15 zu sehen, in dem der Brennstoff 16 von unten nach oben strömt. Die ganze Abbildung der Figur 2 umfaßt drei Brennstoffzellen, die an den jeweils sich wiederholenden Einheiten der Anode 17, dem Elektrolyten 18 und der Kathode 19 zu erkennen sind. Oben und unten anschließend an eine jeweilige Brennstoffzelle findet sich der elektrizitäts- und wärmeleitende Separator 21 und die benachbarte Elektrode, die jeweils den Kathoden- oder Anodenraum begrenzt. Der abschließende Separator 21 einer jeden Brennstoffzelle im Stapel ist mit der abschließenden Separator 21 der darauffolgenden Brennstoffzelle im Stapel so verbunden, daß ein Kühlmedium entlang der Separatoren strömen kann. In der vorliegenden Figur 2 strömt das Medium 16 durch den axialen Versorgungskanal 15 in die radialen Verteilungskanäle 15a. Aus den Verteilungskanälen strömt das Medium durch die Bohrungen 22 punktförmig in den Anodenraum und direkt auf die Anode, wobei der Anodenraum durch den Separator 21 und die Anode mit dem Element 20 definiert wird. Gegenüber dem Raum 23, der sich zwischen zwei aufeinanderliegenden Separatoren 21 zweier Brennstoffzellen des Brennstoffzellenblocks befindet, ist der Versorgungsweg des Mediums 16 durch die Verbindungslinie 13a gasdicht abgeschlossen. Die Entsorgung des Mediums 16 nachdem es über die aktive Fläche entlang des Separators 21 und der Anode des Brennstoffzellenblocks geströmt ist, verläuft umgekehrt nach demselben Schema.

Figur 3 zeigt eine Aufsicht auf eine Zellfläche 50 einer erfindungsgemäßen Brennstoffzelle, wobei wiederum der Randbereich 51 und die aktive Fläche 52, an der die Umsetzung erfolgt, zu erkennen ist. Im Randbereich befindet sich die Verbindungslinie 53, die der Verbindungslinie 13 des gezeigten Standes der Technik (Fig.1) entspricht, wobei erfindungsgemäß auf die Verbindungslinien, die den Verbindungslinien 13a und 13b entsprechen, verzichtet werden kann. An den Ecken sind die axialen Versorgungskanäle 54, 55 und 56 zu erkennen. Entlang dieser axialen Kanäle werden die Medien zur Zellfläche hin und von der Zellfläche weg transportiert. Die Vertei-

lungskanäle 54a, 55a und 56a sind gestaffelt und gestapelt angeordnet, wobei 54a gestaffelt, also in der Draufsicht oberhalb des Verteilungskanals 55a zu sehen ist, und 56a, der durch die gestrichelte Linie markiert wird, gestapelt zu 55a angeordnet ist und deshalb in dieser Ansicht unter ihm liegt. Der Verteilungskanal 54a ist vom Verteilungskanal 55a durch die Verbindungslinie 53 getrennt. Dank der Verteilungskanäle, die die ganze Kantenseitenlänge entlang verlaufen, können die Medien gleichmäßig die gesamte aktive Fläche 52 anströmen.

10 Der punktförmige Einlaß nach dem Stand der Technik wird dabei zugunsten des vorteilhafteren Einlasses entlang einer Kanten-
seite ersetzt. Deshalb gibt es keine unterversorgten Bereiche mehr wie es bei der Diagonalströmung der Fall war, und die
Einströmgeschwindigkeit des Mediums auf die aktive Fläche ist
15 reduziert.

Figur 4 zeigt einen Teilquerschnitt durch einen Brennstoffzellenstapel, der aus erfindungsgemäßen Brennstoffzellen aufgebaut ist. Der Teilquerschnitt geht entlang der Linie I - I der Fig.3, die über der aktiven Fläche entlang einer Berührungslinie der Separatoren 21 zweier aufeinander liegender Brennstoffzellen verläuft. Figur 4 zeigt den Schnitt durch Fig. 3 für eine Ausführung der aktiven Fläche 52 mit Rillen. Die Berührungslinien ergeben sich dabei, bei der Ausgestaltung der Zellfläche mit Rillen, wenn die maximale Erhebung des einen Separators mit der maximalen Vertiefung des darauffolgenden Separators aufeinanderliegt. Rechts von der Verbindungslinie (Klebe- oder Schweißnaht) wird ein Separator nach außen geführt, um Anoden- und Kathodenräume zu trennen.

30 Rechts außen ist wiederum der Randbereich des Brennstoffzellenstapels mit den Dichtungen 24 und der Verbindungslinie 53, die den Raum zwischen zwei aufeinander gestapelten und in Serie geschalteten Brennstoffzellen dicht abschließt, zu sehen.

35 Oben und unten ist jeweils die Dreiereinheit der Brennstoffzelle, nämlich die Anode 17, der Elektrolyt 18 und die Kathode 19 zu erkennen. Das Element 20 kann, wie in Fig. 4 ge-

*element
zu improve
contact*

zeichnet, entfallen (kann aber auch z.B. zur Verbesserung der Kontaktierung, beibehalten werden). Der Separator 21 befindet sich, nicht wie beim Stand der Technik, in einem gewissen Abstand zur Elektrode, sondern befindet sich gleich im Anschluß zu ihr wodurch sie zusammen mit der Elektrode selbst den Anoden- oder Kathodenraum definiert. Zwischen zwei in einem Stapel aufeinanderliegenden Brennstoffzellen berühren sich die Separatoren 21 entlang der Berührungslinie derart, daß sie Hohlräume, insbesondere Kanäle oder Rillen 23 (Fig. 5), zur Aufnahme des Kühlmediums definieren, wobei die Hohlräume auch den Kühlmittelverteilungskanal 54a mitumfassen und durch die Verbindungslinien 53a dicht abgeschlossen sind. Bei dem hier gezeigten Betrieb der Brennstoffzelle im Parallelstrom strömen die drei Medien Oxidans O_2 , Brennstoff H_2 und Kühlmittel H_2O in derselben Richtung von rechts nach links. Aufgrund der gestaffelten Anordnung liegen die Oxidans- und Brennstoffverteilungskanal 55a und 56a rechts vom Kühlmittelverteilungskanal 54a. Die Fläche, auf der das Kühlmittel den Wärmeaustausch zwischen dem Kathoden- oder Anodenraum und dem Raum, in dem sich das Kühlmittel befindet, durchführt, kann, wie im dargestellten Fall, gerade ausgestaltet sein, kann aber auch jede andere beliebige Oberflächenstruktur, insbesondere auch eine mit Noppen oder mit Rillenstruktur, die ihrerseits wieder gerade oder gekrümmt ausgestaltet sein kann, einnehmen. Die Noppen können ggf. aus elektrisch leitendem Material (zur Ableitung des erzeugten Stroms) und hohl, oder, aber auch massiv sein. Die Reaktanden O_2 und H_2 strömen dann um diese Noppen herum. Die mittlere Strömungsrichtung ist jedoch im Regelfall quer oder sogar ca. senkrecht zu den Versorgungskanälen. Die Ausformungen der Bleche oder Platten der Separatoren 21 dienen zur Strömungsoptimierung aller drei Medien, sowohl im Randbereich 51 als auch über der aktiven Fläche 52. Zusätzlich können andere Bauteile (aus Metall, Kunststoff oder anderem Material) verwendet werden.

35

Figur 5 zeigt einen Teilquerschnitt durch einen erfindungsge-
mäßigen Brennstoffzellenstapel entlang der Linie II - II (die

entlang einer Berührungslinie der Separatoren 21 mit der Anode 17 und nach oben hin mit der Kathode 19 verläuft) in Figur 3. Ganz rechts sind wieder die Dichtungen 24 des Brennstoffzellenstapels zu erkennen sowie die Dreiereinheit, die

5 Anode 17, der Elektrolyt 18 und die Kathode 19. Die Separatoren 21 sind mit einer Verbindungslinie 53 verbunden und definieren den Raum 23, in dem das Kühlmittel die Fläche anströmt. Die Verteilungskanäle 56a und 55a werden jeweils auf

10 einer Seite von einem Separator 21 und an der anderen Seite von den Elektroden 17 und 19 begrenzt. Die Separatoren 21 weisen Bereiche auf, in denen sie die Elektroden kontaktieren. Der Verteilungskanal 54a wird ebenso wie der Raum 23 an zwei Seiten von Sparatoren 21 begrenzt.

15 Figur 6 zeigt einen Teilquerschnitt entlang der Linie III - III in Figur 3. Ganz rechts zu sehen sind wiederum die Dichtungen 24 und ein Separator 21, der zur Trennung der Reaktandenräume in den sich anschließenden Verteilerkanälen unentbehrlich ist. Links im Anschluß an die erste Reihe Dichtungen

20 befindet sich der Versorgungskanal 55, in dem das Oxidans axial von unten nach oben strömt. Links vom axialen Versorgungskanal 55 sind wiederum Dichtungen 24 zu erkennen, dieso- wie Separatoren 21 mit der Verbindungslinie 53, die die gestaffelt angeordneten Verteilungskanäle 55a und 54a, die am

25 Schnitt III - III ihren Anfang haben, voneinander trennt. Links davon befindet sich der axiale Versorgungskanal 54, der wiederum durch eine Verbindungslinie 53 und Dichtungen 24 von der Umgebung abgeschlossen wird. Die zweite Verbindungslinie 53 ist wieder die äußere Begrenzungslinie der gesamten Brennstoffzelle (wie aus Figur 3 ersichtlich ist) und ist jeden-

30 falls keine zusätzliche Verbindungslinie entsprechend den Verbindungslinien 13b in Figur 1.

Figur 7 schließlich zeigt einen Teilquerschnitt der Figur 3

35 entlang der Linie IV - IV. Wiederum von rechts nach links ist zunächst die Randabdichtung mit den Dichtungen 24 und dem Separator zu erkennen. Links davon befindet sich der axiale

Versorgungskanal 55 mit der Auslaßöffnung 55b, die in den radialen Verteilungskanal 55a, der seiner ganzen Länge nach in diesem Teilquerschnitt sichtbar ist, mündet. Der Verteilungskanal 55a wird einerseits durch die Kathode 19 und andererseits durch die Separatoren 21 begrenzt. Im Anschluß an die Kathode 19 findet sich wieder der Elektrolyt 18 und die Anode 17, die ihrerseits wiederum einen Rand des Verteilungskanals 56a definiert. Der Verteilungskanal 56a ist weiter nach links gehend über die Einlaßöffnung 56b mit dem axialen Versorgungskanal 56 verbunden. Der Versorgungskanal 56 wiederum schließt an Dichtungen 24 linksseitig an. Im Vergleich zum Stand der Technik befinden sich bei der vorliegenden Ausführungsform die Ein- und Auslaßöffnungen des Mediums unmittelbar auf der Zellfläche auf der das Medium umgesetzt werden soll, also im vorliegenden Beispiel befindet sich die Einlaßöffnung 55b auf derselben Höhe wie die Kathode 19, so daß das Medium weder punktförmig einströmt noch direkt auf die Elektrode trifft. Erfindungsgemäß ist außerdem die Einströmungsgeschwindigkeit geringer. Nicht nur die Verbindungslinien 13a und 13b und das Element 20 des Standes der Technik wird also erfindungsgemäß eingespart, sondern auch der Strömungsverlauf der Medien wird gleichmäßig.

Brennstoffzellen nach der vorliegenden Erfindung können sowohl einzeln als auch im Stapel, in Serie geschaltet, als Batterie betrieben werden. Die Anwendung solcher Brennstoffzellen oder Batterien reicht vom Automobilantrieb bis zur Energieversorgung ganzer Häuser und Wohnanlagen. Die erfindungsgemäße Brennstoffzelle ist keineswegs auf die in den Figuren gezeigten Ausführungsformen beschränkt sondern kann auch alle anderen Ausgestaltungen, durch die das erfindungsgemäße Prinzip verwirklicht wird, annehmen.

Patentansprüche

1. Brennstoffzelle mit Flüssigkeitskühlung, die eine Kathode,
5 einen Elektrolyten und eine Anode umfaßt, wobei zumindest ein Verteilungskanal zur Versorgung der Zellfläche mit Medium vorgesehen ist, der in der Zellfläche so angebracht ist, daß die Versorgung der Zellfläche mit Medium von diesem Verteilungskanal aus und längs der Kante der Zellfläche erfolgt.
- 10 2. Brennstoffzelle nach Anspruch 1, bei der zumindest ein Verteilungskanal über zumindest einen axial zur Zellfläche stehenden Versorgungskanal gespeist wird.
- 15 3. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest ein Verteilungskanal radial zu zumindest einem axialen Versorgungskanal steht.
- 20 4. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest ein Versorgungskanal im Bereich einer aktiven Fläche untergebracht ist.
5. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der die Zellfläche eckig ausgestaltet ist und einzelne
25 Kantenseiten umfaßt, wobei zumindest ein Verteilungskanal längs einer Kantenseite verläuft.
6. Brennstoffzelle nach Anspruch 5, bei der die geöffnete Länge des Verteilungskanals mindestens 50% der Kantenseiten-
30 länge der Zellfläche beträgt.
7. Brennstoffzelle nach Anspruch 6, bei der die geöffnete Länge des Verteilungskanals zwischen 80 und kleiner/gleich 100% der Kantenseitenlänge beträgt.
- 35 8. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 5 und/oder 6, bei der ein oder mehrere Verteilungskanäle so angeordnet sind,

daß durch ihre Anbringung keine Erhöhung der Zelldicke der Brennstoffzelle gegenüber der einer gleichen Konstruktion ohne Verteilungskanal resultiert.

5 9. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der zumindest zwei Verteilungskanäle gestaffelt und/oder gestapelt angeordnet sind.

10 10. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche bei der der Verteilungskanal für das Kühlmedium in axialer Richtung zwischen den Verteilungskanälen für Oxidans und Brennstoff angebracht ist, und daß dieser Verteilungskanal in radialer Richtung zu mindestens einem der anderen Verteilungskanäle gestaffelt angeordnet ist.

15 11. Brennstoffzelle nach einem der vorhergehenden Ansprüche, bei der der Oxidanseinlaß ohne axialen Versorgungskanal, also selbstatmend oder durch ggf. druckbeaufschlagte Anströmung von außen, erfolgt.

20 12. Brennstoffzelle nach einem der Ansprüche 3 bis 11, bei der die Einlaßöffnung des Versorgungskanals in den Verteilungskanal am axialen Versorgungskanal auf der Höhe der jeweils zu versorgenden Zellfläche liegt.

25 13. Brennstoffzelle nach einem der vorstehenden Ansprüche, bei dem die Verbindungslinien Klebelinien sind.

1/4

FIG 1

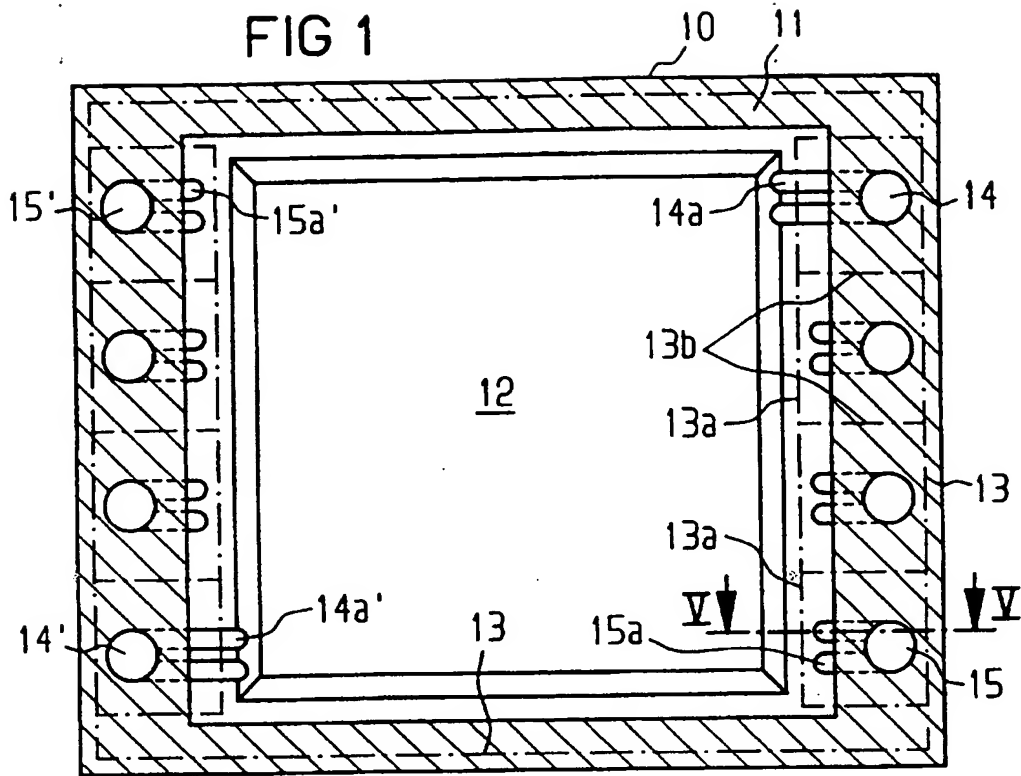
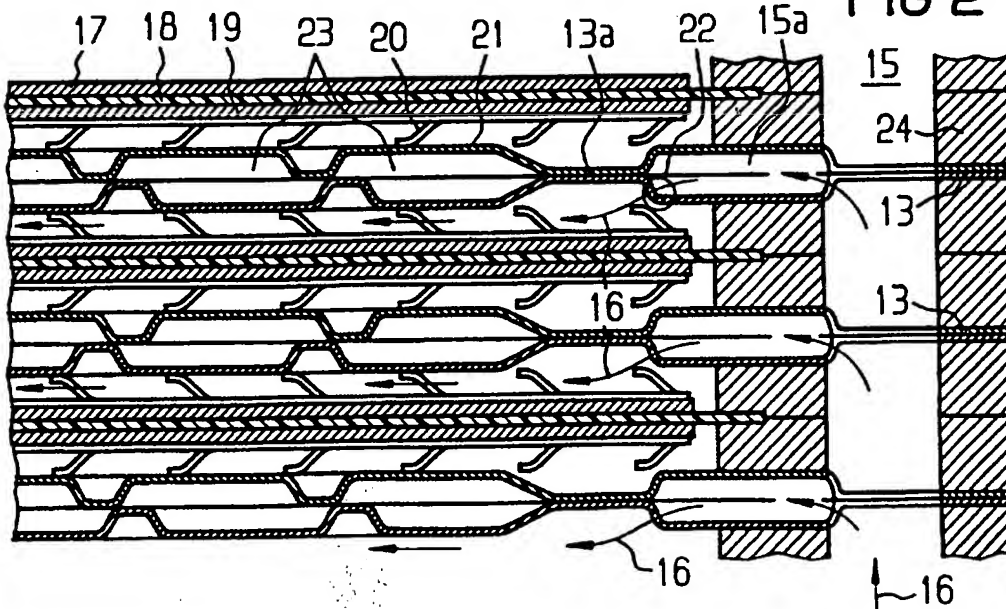
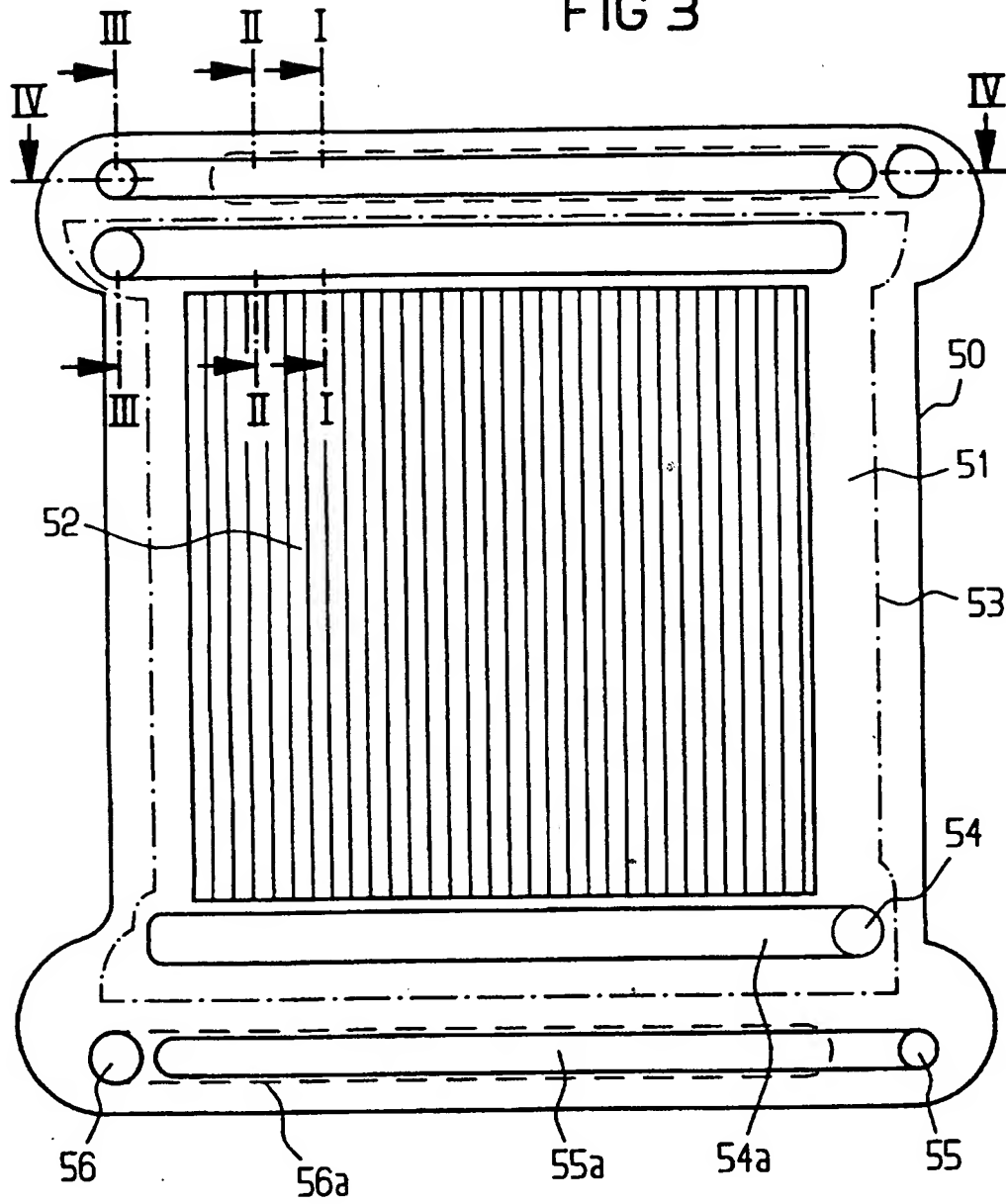


FIG 2



2/4

FIG 3



3/4

FIG 4

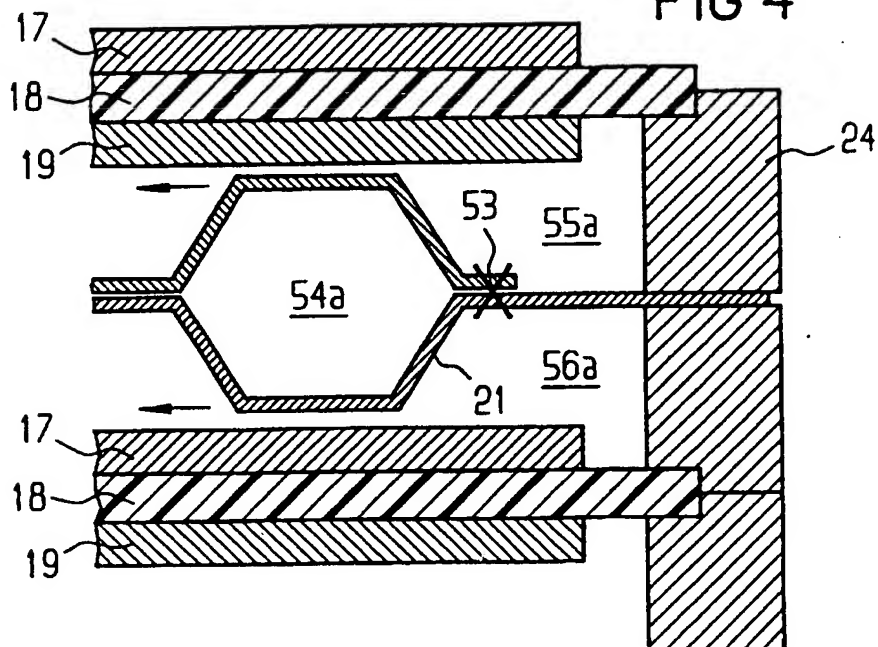
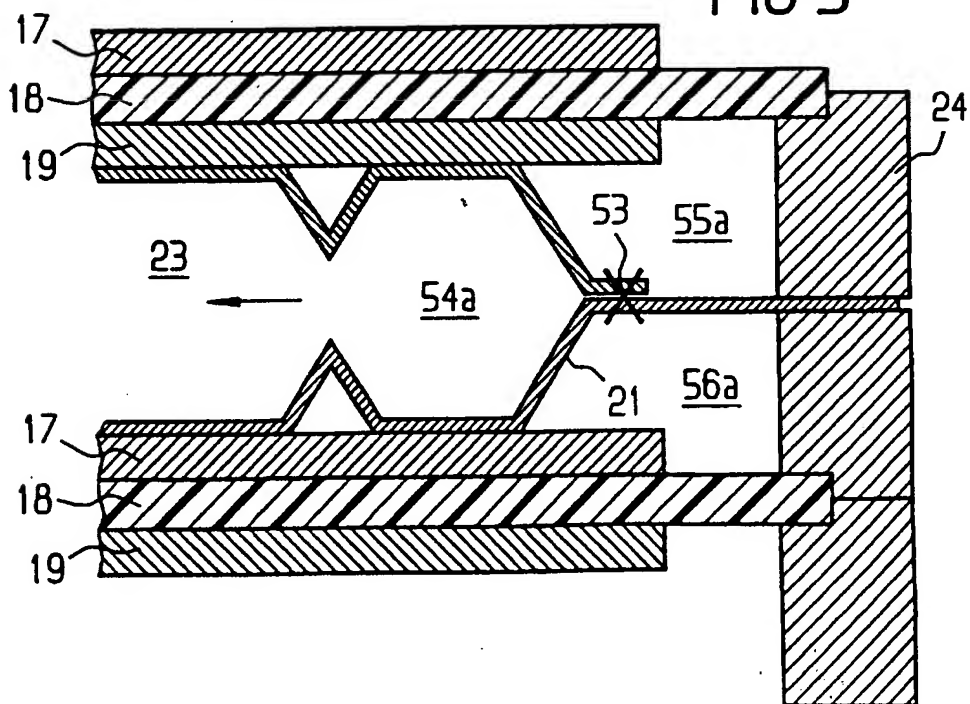


FIG 5



4/4

FIG 6

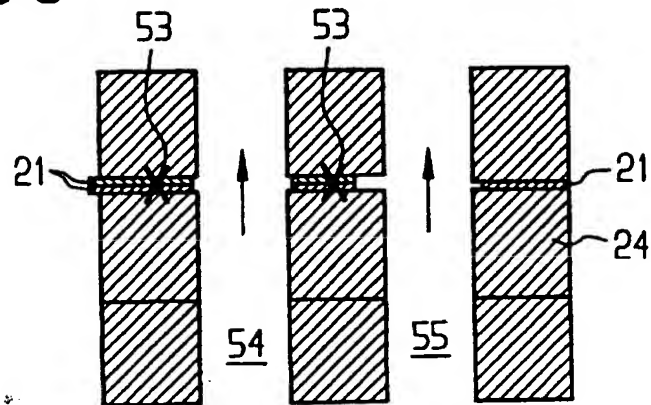
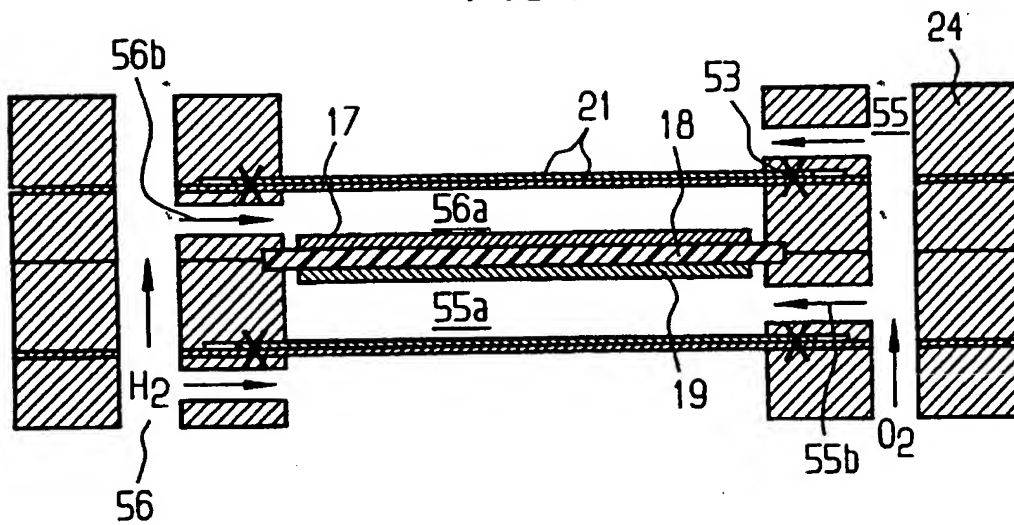


FIG 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Application No.

PCT/DE 96/02451

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER
IPC 6 H01M8/24 H01M8/02

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

IPC 6 H01M

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practical, search terms used)

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category *	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	DE 33 21 984 A (GEN ELECTRIC) 29 December 1983 see page 11, last paragraph; figures 1,2,4-6 see page 13, last paragraph - page 14, paragraph 1 see page 16, paragraph 2 - page 17, paragraph 3 see page 18, last paragraph - page 19, paragraph 1 see page 20, paragraph 1 - paragraph 2	1-9,12
X	DE 33 23 491 A (GEN ELECTRIC) 12 January 1984 see page 10, last paragraph - page 11, paragraph 1; figures 1,2 --- -/--	1-9,12

☒ Further documents are listed in the continuation of box C.

☒ Patent family members are listed in annex.

* Special categories of cited documents:

- "A" document defining the general state of the art which is not considered to be of particular relevance
- "E" earlier document but published on or after the international filing date
- "L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is cited to establish the publication date of another citation or other special reason (as specified)
- "O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other means
- "P" document published prior to the international filing date but later than the priority date claimed

- "T" later document published after the international filing date or priority date and not in conflict with the application but cited to understand the principle or theory underlying the invention
- "X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered novel or cannot be considered to involve an inventive step when the document is taken alone
- "Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be considered to involve an inventive step when the document is combined with one or more other such documents, such combination being obvious to a person skilled in the art.
- "A" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

18 June 1997

Date of mailing of the international search report

03.07.97

Name and mailing address of the ISA

European Patent Office, P.B. 5818 Patentlaan 2
NL - 2280 HV Rijswijk
Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl,
Fax (+31-70) 340-3016

Authorized officer

D'hondt, J

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

Intern. Appl. No.

PCT/DE 96/02451

C.(Continuation) DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X	US 3 575 719 A (NELSON CANDEN R ET AL) 20 April 1971 see claim 1; figures 1,6,7 see column 2, line 3 - line 17 see column 6, line 44 - line 55 see column 7, line 67 - column 8, line 46 ---	1-9,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28 April 1995 & JP 06 338332 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 6 December 1994, see abstract ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28 April 1995 & JP 06 333580 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 2 December 1994, see abstract ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 002, 29 February 1996 & JP 07 272730 A (MAZDA MOTOR CORP), 20 October 1995, see abstract ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 289 (E-1375), 3 June 1993 & JP 05 021076 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 29 January 1993, see abstract ---	1,8
P,X	WO 96 37005 A (AEROJET GENERAL CO ;SPEAR REGINALD G JR (US); FRANKLIN JERROLD E ()) 21 November 1996 see page 25, paragraph 6 - page 27, paragraph 5; claims 1,33,34; figures 14D-14G see page 39, line 32 - line 36 see page 5, paragraph 7 ---	1,2,4-7, 9,12,13
A	DE 39 07 819 A (ERGENICS POWER SYSTEMS INC NEW) 13 September 1990 see column 4, line 21 - line 28; claim 31; figure 1 ---	11
A	GB 2 158 989 A (ALSTHOM ATLANTIQUE) 20 November 1985 see page 4, line 26 - line 68; claim 1; figures 10,11 -----	1-8,11

INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International Application No

PCT/DE 96/02451

Patent document cited in search report	Publication date	Patent family member(s)	Publication date
DE 3321984 A	29-12-83	JP 1741329 C JP 4025673 B JP 59031568 A US 4649091 A US 4678724 A	15-03-93 01-05-92 20-02-84 10-03-87 07-07-87
DE 3323491 A	12-01-84	US 4543303 A JP 1741333 C JP 4025674 B JP 59037663 A	24-09-85 15-03-93 01-05-92 01-03-84
US 3575719 A	20-04-71	NONE	
WO 9637005 A	21-11-96	AU 4193996 A AU 5920596 A WO 9612316 A	06-05-96 29-11-96 25-04-96
DE 3907819 A	13-09-90	US 4826741 A	02-05-89
GB 2158989 A	20-11-85	FR 2564250 A CA 1277367 A DE 3516766 A JP 60250562 A US 4604332 A	15-11-85 04-12-90 14-11-85 11-12-85 05-08-86

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktenzeichen

PCT/DE 96/02451

A. KLASIFIZIERUNG DES ANMELDUNGSGEGENSTANDES IPK 6 H01M8/24 H01M8/02		
Nach der Internationalen Patentklassifikation (IPK) oder nach der nationalen Klassifikation und der IPK		
B. RECHERCHIERTE GEBIETE Recherchierte Mindestprüfstoff (Klassifikationssystem und Klassifikationssymbole) IPK 6 H01M		
Recherchierte aber nicht zum Mindestprüfstoff gehörende Veröffentlichungen, soweit diese unter die recherchierten Gebiete fallen		
Während der internationalen Recherche konsultierte elektronische Datenbank (Name der Datenbank und evtl. verwendete Suchbegriffe)		
C. ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	DE 33 21 984 A (GEN ELECTRIC) 29. Dezember 1983 siehe Seite 11, letzter Absatz; Abbildungen 1,2,4-6 siehe Seite 13, letzter Absatz - Seite 14, Absatz 1 siehe Seite 16, Absatz 2 - Seite 17, Absatz 3 siehe Seite 18, letzter Absatz - Seite 19, Absatz 1 siehe Seite 20, Absatz 1 - Absatz 2	1-9,12
X	DE 33 23 491 A (GEN ELECTRIC) 12. Januar 1984 siehe Seite 10, letzter Absatz - Seite 11, Absatz 1; Abbildungen 1,2	1-9,12
-/--		
<div style="display: flex; justify-content: space-between;"> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Weitere Veröffentlichungen sind der Fortsetzung von Feld C zu entnehmen </div> <div> <input checked="" type="checkbox"/> Siehe Anhang Patentfamilie </div> </div>		
<div style="display: flex;"> <div style="flex: 1;"> <p>* Besondere Kategorien von angegebenen Veröffentlichungen :</p> <p>"A" Veröffentlichung, die den allgemeinen Stand der Technik definiert, aber nicht als besonders bedeutsam anzusehen ist</p> <p>"E" älteres Dokument, das jedoch erst am oder nach dem internationalen Anmeldedatum veröffentlicht worden ist</p> <p>"L" Veröffentlichung, die geeignet ist, einen Prioritätsanspruch zweifelhaft erscheinen zu lassen, oder durch die das Veröffentlichungsdatum einer anderen im Recherchenbericht genannten Veröffentlichung belegt werden soll oder die aus einem anderen besonderen Grund angegeben ist (wie ausgeführt)</p> <p>"O" Veröffentlichung, die sich auf eine mündliche Offenbarung, eine Benutzung, eine Ausstellung oder andere Maßnahmen bezieht</p> <p>"P" Veröffentlichung, die vor dem internationalen Anmeldedatum, aber nach dem beanspruchten Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist</p> </div> <div style="flex: 1;"> <p>"T" Spätere Veröffentlichung, die nach dem internationalen Anmeldedatum oder dem Prioritätsdatum veröffentlicht worden ist und mit der Anmeldung nicht kollidiert, sondern nur zum Verständnis des der Erfindung zugrundeliegenden Prinzips oder der ihr zugrundeliegenden Theorie angegeben ist</p> <p>"X" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann allein aufgrund dieser Veröffentlichung nicht als neu oder auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden</p> <p>"Y" Veröffentlichung von besonderer Bedeutung, die beanspruchte Erfindung kann nicht als auf erfinderischer Tätigkeit beruhend betrachtet werden, wenn die Veröffentlichung mit einer oder mehreren anderen Veröffentlichungen dieser Kategorie in Verbindung gebracht wird und diese Verbindung für einen Fachmann naheliegend ist</p> <p>"A" Veröffentlichung, die Mitglied derselben Patentfamilie ist</p> </div> </div>		
Datum des Abschlusses der internationalen Recherche 18. Juni 1997		Absenddatum des internationalen Recherchenberichts 03. 07. 97,
Name und Postanschrift der Internationale Recherchenbehörde Europäisches Patentamt, P.B. 5818 Patentlaan 2 NL - 2280 HV Rijswijk Tel. (+31-70) 340-2040, Tx. 31 651 epo nl, Fax (+31-70) 340-3016		Bevollmächtigter Bediensteter D'hondt, J

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktzeichen
PCT/DE 96/02451

C.(Fortsetzung) ALS WESENTLICH ANGESEHENE UNTERLAGEN		
Kategorie	Bezeichnung der Veröffentlichung, soweit erforderlich unter Angabe der in Betracht kommenden Teile	Betr. Anspruch Nr.
X	US 3 575 719 A (NELSON CANDEN R ET AL) 20.April 1971 siehe Anspruch 1; Abbildungen 1,6,7 siehe Spalte 2, Zeile 3 - Zeile 17 siehe Spalte 6, Zeile 44 - Zeile 55 siehe Spalte 7, Zeile 67 - Spalte 8, Zeile 46 ---	1-9,12
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28.April 1995 & JP 06 338332 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 6.Dezember 1994, siehe Zusammenfassung ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 095, no. 003, 28.April 1995 & JP 06 333580 A (MITSUBISHI HEAVY IND LTD), 2.Dezember 1994, siehe Zusammenfassung ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 096, no. 002, 29.Februar 1996 & JP 07 272730 A (MAZDA MOTOR CORP), 20.Oktober 1995, siehe Zusammenfassung ---	1,2,4-7
X	PATENT ABSTRACTS OF JAPAN vol. 017, no. 289 (E-1375), 3.Juni 1993 & JP 05 021076 A (SANYO ELECTRIC CO LTD), 29.Januar 1993, siehe Zusammenfassung ---	1,8
P,X	WO 96 37005 A (AEROJET GENERAL CO ;SPEAR REGINALD G JR (US); FRANKLIN JERROLD E () 21.November 1996 siehe Seite 25, Absatz 6 - Seite 27, Absatz 5; Ansprüche 1,33,34; Abbildungen 140-146 siehe Seite 39, Zeile 32 - Zeile 36 siehe Seite 5, Absatz 7 ---	1,2,4-7, 9,12,13
A	DE 39 07 819 A (ERGENICS POWER SYSTEMS INC NEW) 13.September 1990 siehe Spalte 4, Zeile 21 - Zeile 28; Anspruch 31; Abbildung 1 ---	11
A	GB 2 158 989 A (ALSTHOM ATLANTIQUE) 20.November 1985 siehe Seite 4, Zeile 26 - Zeile 68; Anspruch 1; Abbildungen 10,11 -----	1-8,11

INTERNATIONALER RECHERCHENBERICHT

Intern. Aktzeichen

PCT/DE 96/02451

Im Recherchenbericht angeführtes Patentdokument	Datum der Veröffentlichung	Mitglied(er) der Patentfamilie	Datum der Veröffentlichung
DE 3321984 A	29-12-83	JP 1741329 C JP 4025673 B JP 59031568 A US 4649091 A US 4678724 A	15-03-93 01-05-92 20-02-84 10-03-87 07-07-87
DE 3323491 A	12-01-84	US 4543303 A JP 1741333 C JP 4025674 B JP 59037663 A	24-09-85 15-03-93 01-05-92 01-03-84
US 3575719 A	20-04-71	KEINE	
WO 9637005 A	21-11-96	AU 4193996 A AU 5920596 A WO 9612316 A	06-05-96 29-11-96 25-04-96
DE 3907819 A	13-09-90	US 4826741 A	02-05-89
GB 2158989 A	20-11-85	FR 2564250 A CA 1277367 A DE 3516766 A JP 60250562 A US 4604332 A	15-11-85 04-12-90 14-11-85 11-12-85 05-08-86